

**EP1033455**

Publication Title:

Method and device for reinforcing a concrete structure

Abstract:

The reinforcement for concrete has a reinforcement panel (16) glued onto the concrete surface. The panel is composed of fibres extending along on a main surface (A) of the concrete. An anchor plate (17) is fixed to the concrete in a position in which the exterior surface is flush with the concrete surface which receives the panel, which is glued to the anchor plate.

-----  
Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 033 455 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:

**06.09.2000 Bulletin 2000/36**(51) Int Cl.7: **E04G 23/02**(21) Numéro de dépôt: **00400529.4**(22) Date de dépôt: **28.02.2000**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

**AL LT LV MK RO SI**(30) Priorité: **01.03.1999 FR 9902500**(71) Demandeur: **FREYSSINET INTERNATIONAL  
STUP****78140 Vélizy Cedex (FR)**

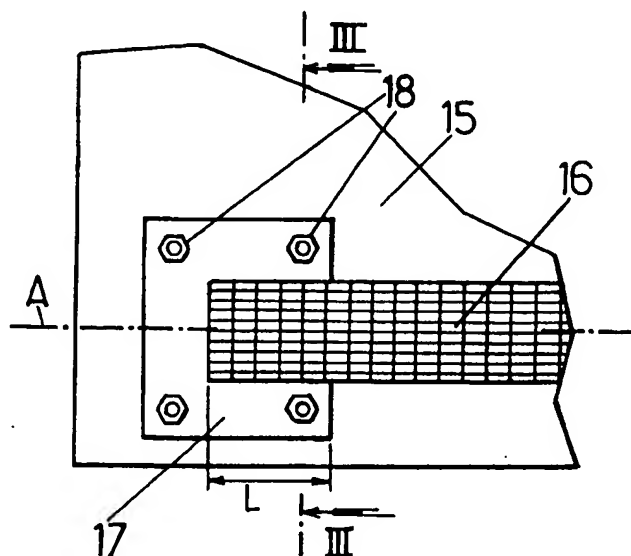
(72) Inventeurs:

- Doghri, Khell  
92100 Boulogne-Billancourt (FR)
- Tourneur, Christian  
78310 Le Mesnil Saint Denis (FR)
- Lardy, Sébastien  
92120 Montrouge (FR)

(74) Mandataire: **Loisel, Bertrand**
**Cabinet Plasseraud,  
84, rue d'Amsterdam  
75440 Paris Cédex 09 (FR)**
(54) **Procédé et dispositif de renforcement d'un ouvrage en béton**

(57) Le dispositif comprend un renfort (16) collé sur le béton de l'ouvrage et comportant des fibres de renforcement s'étendant suivant une direction principale (A), et au moins une plaque d'ancrage (17) fixée au béton de l'ouvrage dans une position telle qu'une surface extérieure de cette plaque (17) affleure une surface (15) de l'ouvrage recevant le renfort (16). Une portion du ren-

fort (16) est collée sur la surface extérieure de la plaque d'ancrage (17) afin d'être ancrée sur la structure et de reprendre l'effort de cisaillement engendré par le renfort (16) au niveau de la couche de béton non armée sur la surface renforcée (15). La plaque d'ancrage (17) est avantageusement agencée pour assurer une précontrainte de traction sur le renfort (16) parallèlement à la direction principale (A).

**FIG. 2.**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne le domaine du renforcement structural d'ouvrages de construction.

**[0002]** Dans ce domaine, il est usuel de coller des renforts au moyen de résines appropriées sur les parties d'un ouvrage à renforcer.

**[0003]** Dans un procédé classique couramment appliqué, dit procédé Lhermite, le renfort consiste en une tôle d'acier collée sur du béton après préparation de la surface de collage. Ce procédé classique a suivi diverses évolutions tenant compte notamment de l'évolution technologique des matériaux, et plus particulièrement de l'évolution des matériaux de substitution de la tôle, laquelle pose fréquemment des problèmes de mise en oeuvre et nécessite des dispositions pour combattre la corrosion.

**[0004]** C'est ainsi que l'on a vu apparaître ces dernières années des techniques de renforcement à base de matériaux composites sous forme de plaques collées (voir par exemple FR-A-2 594 871), puis sous forme de fibres collées (voir US-A-5 308 430) et de tissus collés. Ces derniers types de renfort présentent de nombreux avantages, notamment leur commodité de mise en oeuvre et leur aptitude à s'appliquer sur des surfaces de formes diverses.

**[0005]** Ces différents types de renforts collés améliorent très sensiblement le comportement statique et dynamique de l'ouvrage renforcé. Il est d'ailleurs très rare d'observer une rupture du renfort lui-même. La figure 1 montre une coupe schématique d'une poutre en béton armé 8 reposant sur deux appuis 9 voisins de ses extrémités, et dont la face inférieure comporte, entre ces deux appuis 9, un renfort collé 10 résistant à la traction suivant la direction longitudinale de la poutre. Le renfort collé 10 améliore le comportement de la poutre 8 en réponse à un effort F tendant à la faire fléchir entre ses deux appuis 9. Lorsque l'effort F est suffisamment important pour provoquer une rupture de la structure de la poutre, cette rupture se produit généralement dans le béton "de recouvrement", c'est-à-dire dans l'épaisseur de béton non armé située entre la surface pourvue du renfort collé 10 et les fers d'armature sous-jacents 11. Typiquement, la rupture 12 s'amorce au voisinage de l'une des extrémités du renfort collé 10 sous l'effet de l'effort tranchant E résultant de la réaction R de l'un des appuis 9 et de l'effort de traction T qu'exerce le renfort 10, puis se propage le long des fers d'armature 11. En d'autres termes, c'est le béton de l'ouvrage qui cède, dans une partie où il ne travaille pas en compression (son mode de sollicitation souhaité) mais en cisaillement.

**[0006]** En conséquence, on n'exploite pas pleinement les propriétés du renfort collé.

**[0007]** Pour augmenter l'effort de rupture d'une poutre telle que celle de la figure 1 renforcée par une tôle métallique, il a été proposé de coller d'autres morceaux de tôle, appelés verrous, sur les flancs de la poutre, qui

procurent une résistance au cisaillement du béton. Cette méthode a l'inconvénient de n'être applicable que dans le cas d'une poutre dont les flancs sont accessibles. Dans la pratique, des renforts sont souvent collés sur des dalles ou des murs, et il est alors impossible de placer des verrous.

**[0008]** La demande de brevet FR-A-2 754 556 décrit un procédé de renforcement d'un ouvrage en béton armé au moyen d'un renfort composite collé à base de fibres de carbone, dans lequel des mèches de fibres de carbone sont engagées, avec une résine d'agglomération, dans des trous percés obliquement dans le béton de l'ouvrage, afin de réaliser une liaison mécanique à base fibres de carbone entre le renfort collé et les armatures du béton. Ceci procure une résistance à l'effort de cisaillement.

**[0009]** La demande de brevet W096/21785 décrit un procédé d'ancrage des extrémités d'un renfort composite collé sur un ouvrage en béton, consistant à former un logement à bord incliné dans le béton de l'ouvrage, le long duquel est collée la partie terminale du renfort. Un insert en forme de coin est ensuite placé au-dessus de cette partie terminale pour restaurer la continuité de la surface. Cet insert peut être collé, ou ancré dans le béton au moyen de boulons ou de chevilles. L'ancrage à l'extrémité du renfort résulte donc d'une certaine pénétration de cette extrémité vers l'intérieur de la structure en béton.

**[0010]** Il est possible d'appliquer une précontrainte de traction sur un renfort composite pendant le durcissement de la résine de collage (voir FR-A-2 594 871 ou US-A-5 617 685). Ceci permet d'améliorer le comportement en charge de la structure. D'autre part, le renfort précontraint sollicite le béton de recouvrement en compression, ce qui réduit l'incidence du problème ci-dessous.

**[0011]** Un but de la présente invention est de proposer une autre solution permettant de limiter la contrainte de cisaillement auquel est soumis le béton de recouvrement de la surface renforcée de l'ouvrage.

**[0012]** L'invention propose ainsi un dispositif de renforcement d'un ouvrage en béton, comprenant un renfort collé sur le béton de l'ouvrage et des moyens d'ancrage d'au moins une portion du renfort sur l'ouvrage. Le renfort comporte des fibres de renforcement s'étendant suivant au moins une direction principale. Les moyens d'ancrage comprennent au moins une plaque d'ancrage fixée au béton de l'ouvrage dans une position telle qu'une surface extérieure de la plaque d'ancrage affleure une surface de l'ouvrage recevant le renfort. La portion ancrée du renfort est collée sur la surface extérieure de la plaque d'ancrage.

**[0013]** La plaque fixée au béton reprend l'effort de cisaillement généré par le renfort collé dans sa portion ancrée, laquelle sera typiquement (mais non obligatoirement) voisine d'une extrémité du renfort.

**[0014]** L'affleurement de la plaque d'ancrage assure que le renfort composite reste dans un plan de collage

continu, sans accident géométrique pouvant créer des poussées au vide.

**[0015]** La plaque d'ancrage est fixée au béton par l'intermédiaire d'organes de connexion pouvant être de toute structure connue. Ils sont typiquement agencés de façon à s'étendre jusqu'aux zones du béton pourvues d'armatures, afin de réaliser une continuité de la reprise d'efforts entre ces zones et la surface sollicitée par le renfort composite collé.

**[0016]** Un mode de réalisation préféré du dispositif comprend des moyens pour maintenir une tension dans le renfort parallèlement à la direction principale. Ces moyens comprennent avantageusement un système de verrouillage de la plaque d'ancrage dans un logement formé dans un support d'ancrage fixé au béton.

**[0017]** Un autre aspect de la présente invention se rapporte à un procédé de renforcement d'un ouvrage en béton, comprenant les étapes suivantes :

- former au moins un renforcement sur une surface de l'ouvrage ;
- coller un renfort, comportant des fibres de renforcement, sur ladite surface de l'ouvrage en orientant certaines au moins des fibres de renforcement suivant une direction principale de ladite surface de l'ouvrage, le renfort étant disposé de manière à avoir au moins une portion collée sur une surface extérieure d'une plaque d'ancrage fixée dans un renforcement de façon telle que la surface extérieure de la plaque d'ancrage affleure ladite surface de l'ouvrage.

**[0018]** D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description ci-après d'exemples de réalisation non limitatifs, en référence au dessin annexé, dans lequel :

- la figure 1, précédemment commentée, est une vue schématique d'une poutre en béton armé pourvue d'un renfort collé et se rompant sous l'effet d'un effort de flexion ;
- la figure 2 est une vue de face d'un dispositif de renforcement selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue en coupe du dispositif, suivant le plan III-III indiqué sur la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en coupe du même type que la figure 3, montrant une variante du dispositif ;
- la figure 5 est une vue de face d'une autre variante du dispositif, dans laquelle la plaque d'ancrage porte des moyens de mise en tension du renfort ;
- les figures 6 à 8 sont des vues, respectivement en coupe longitudinale, de face et en coupe transversale d'une autre réalisation d'un dispositif de renforcement selon l'invention, les plans de coupe VI-VI et VIII-VIII des figures 6 et 8 étant indiqués sur la figure 7 ;
- les figures 9 et 10 sont des vues de face et en coupe transversale d'une autre forme de réalisation du dis-

positif, le plan de coupe X-X de la figure 10 étant indiqué sur la figure 9 ;

- les figures 11 et 12 sont des vues en coupe longitudinale et de face d'une variante de réalisation de la plaque d'ancrage, le plan de coupe XI-XI de la figure 11 étant indiqué sur la figure 12 ; et
- les figures 13 et 14 sont des vues en coupe longitudinale et de face d'une autre variante de réalisation du dispositif d'ancrage, le plan de coupe XIII-XIII de la figure 13 étant indiqué sur la figure 14 .

**[0019]** Les figures 2 et 3 illustrent l'application de l'invention à un ouvrage en béton armé dont une surface 15 est pourvue d'un renfort collé 16.

**[0020]** Le renfort 16 est destiné à résister à la traction suivant une direction principale A de la surface 15. Il consiste de préférence en une bande de fibres de carbone ensimées orientées parallèlement à la direction A, ou encore en un tissu de fibres de carbone dont les fils de chaîne sont orientés selon la direction A, les fibres de carbone étant imprégnées d'une résine durcissant à température ambiante. La pose du renfort 16 peut notamment s'effectuer de la manière suivante: une résine époxy, apte à polymériser à température ambiante, est enduite à l'état liquide sur la surface 15 ; la bande ou le tissu est ensuite appliqué sur la surface enduite pour que la résine imprègne les fibres et assure le collage. La bande ou le tissu peut être appliqué par un simple marouflage, ne nécessitant pas l'application d'une pression prolongée.

**[0021]** La résine utilisée est par exemple la résine époxy bi-composants constituée d'une part par la résine de base de marque "CECA XEP 3935/A", et d'autre part par le durcisseur de marque "CECA XEP 2919/B", ces deux composants étant fabriqués et commercialisés par la société CECA S.A., 12 place de l'Iris, La Défense 2, Cedex 54, 92062 PARIS LA DEFENSE (FRANCE).

**[0022]** Cette résine présente, lors de son application à l'état fluide, une viscosité à température ambiante comprise entre 1 000 et 10 000 mPa.s.

**[0023]** Cette résine, une fois durcie, présente :

- une résistance au cisaillement compatible avec celle du matériau constituant l'ouvrage,
- une résistance à la rupture en traction comprise entre 5 et 100 MPa, avec un allongement à la rupture compris entre 0,5 et 10%,
- et une résistance à la rupture en compression comprise entre 5 et 100 MPa, avec un raccourcissement à la rupture compris entre 0,5 et 10%.

**[0024]** Les fibres de carbone ensimées constituant la bande ou le tissu 16 présentent une résistance à la rupture en traction qui est supérieure à 1 500 MPa, et un module élastique compris entre 200 et 400 GPa.

**[0025]** La bande ou le tissu de fibres de carbone 16 est prolongé au-delà de la zone de la structure devant être renforcée, afin de réaliser un ancrage de ses extré-

mités dans le béton de l'ouvrage. Pour réaliser un tel ancrage d'une extrémité, on installe une plaque 17 dont la surface extérieure affleure la surface de béton renforcée 15, et sur laquelle l'extrémité du renfort 16 est collée.

**[0026]** La longueur L (mesurée parallèlement à la direction A), de la portion du renfort 16 collée sur la plaque d'ancrage 17 est typiquement d'au moins 10 cm, afin d'assurer une bonne reprise de l'effort de cisaillement. Cette plaque 17 est avantageusement réalisée en acier avec une épaisseur d'au moins 5 mm afin de présenter une résistance adéquate au cisaillement. Les dimensions et matériaux précis de la plaque 17, ainsi que les caractéristiques des moyens utilisés pour l'ancrer dans le béton, sont des paramètres dont les valeurs sont ajustées en fonction des sollicitations pertinentes pour chaque ouvrage à renforcer et des caractéristiques du renfort composite.

**[0027]** Pour réaliser de tels ancrages du renfort 16, on procède comme suit.

**[0028]** Avant de coller le renfort 16, on forme un renforcement 19 au niveau de l'extrémité à ancrer de ce renfort. Le fond du renforcement 19 est traité avec un mortier de ragréage pour le rendre lisse. Puis on perce dans le béton des trous 20 destinés à recevoir les organes 18 de connexion de la plaque. Ces trous 20 s'étendent jusqu'aux fers d'armature (non représentés) du béton de l'ouvrage afin de réaliser une liaison appropriée entre ces armatures et le renfort 16. La plaque 17, préalablement préparée pour recevoir le renfort collé (sablage), est installée dans le renforcement et ancrée à l'aide des connecteurs 18 engagés dans les trous 20. Les connecteurs 18 sont typiquement des tiges d'acier engagées dans les trous 20 où elles sont scellées chimiquement ou mécaniquement. Ils pourraient également être en un autre matériau ayant les capacités requises pour travailler en cisaillement et en traction. Ces connecteurs peuvent être actifs (précontraints) ou passifs.

**[0029]** Une fois mise en place et ancrée, la plaque 17 a sa surface extérieure qui affleure la surface 15 de l'ouvrage sur laquelle est collé le renfort 16. On peut alors coller le renfort 16 de la manière précédemment décrite de telle sorte que son extrémité chevauche la plaque d'ancrage 17. Selon les applications, un traitement protecteur et/ou décoratif de la surface renforcée pourra être appliqué.

**[0030]** Dans la variante représentée sur la figure 4, le renfort 16 est tenu entre la plaque d'ancrage 17a sur laquelle il est collé et une seconde plaque 17b. La seconde plaque 17b peut avoir une configuration semblable à celle de la plaque 17a. Elle est serrée contre le renfort 16 et la plaque d'ancrage 17a par la contrainte exercée sur les organes de connexion 18, par exemple au moyen des écrous.

**[0031]** Dans la variante représentée sur la figure 5, des supports 24 sont soudés sur la surface extérieure de la plaque d'ancrage 27 pour porter l'axe d'un rouleau 25 perpendiculaire à la direction A. Le rouleau 25, qui

peut être amovible ou non, sert à mettre en tension la bande de tissu de renforcement 16 au moment de son collage. Par exemple, la bande de tissu peut être enroulée sur le rouleau 25 et mise en tension par l'actionnement de celui-ci. On peut également exercer la traction sur la bande 16 au-delà des rouleaux 25 qui servent alors de renvoi pour guider la bande le long de la surface de l'ouvrage à renforcer et orienter la traction parallèlement à cette surface.

**[0032]** L'invention a été décrite en référence aux figures 2 à 5 dans le cas de l'ancrage de l'extrémité d'un renfort collé. De façon semblable, toute portion du renfort pourrait être ancrée en recouvrant une plaque d'ancrage convenablement fixée à la structure à l'aide de connecteurs. De façon générale, le procédé de renforcement selon l'invention a l'avantage de pouvoir être mis en oeuvre avec des configurations très diverses de la surface renforcée.

**[0033]** Dans les réalisations représentées sur les figures 6 à 14, la plaque d'ancrage sur laquelle est collée l'extrémité du renfort composite 16 n'est pas ancrée directement dans le béton. Un support d'ancrage 30, 40, 60 (non représenté pour l'exemple des figures 11 et 12) est fixé dans chaque renforcement, préalablement formé dans le béton de l'ouvrage, par exemple au moyen d'organes de connexion 18 semblables à ceux précédemment décrits. Ce support d'ancrage 30, 40, 60 est pourvu d'un logement 31, 41, 61 ouvert vers l'extérieur de l'ouvrage et apte à recevoir la plaque d'ancrage 32, 42, 62.

**[0034]** En service, un système de verrouillage bloque la plaque d'ancrage 32, 42, 52, 62 dans son logement 31, 41, 61, de façon à maintenir un effort de précontrainte suivant la direction principale A dans le renfort composite 16.

**[0035]** Dans la réalisation représentée sur les figures 6 à 8, le support 30 et la plaque d'ancrage 32 sont pourvus d'orifices 33, 34 débouchant sur la face extérieure de l'ouvrage, destinés à recevoir un système de mise en tension de la bande 16. Le système de mise en tension peut comprendre un ou plusieurs vérins télescopiques ayant une extrémité reliée aux orifices 33 et une extrémité opposée reliée à l'orifice 34. L'actionnement de ces vérins permet de mettre en tension la bande 16, dont l'extrémité a été préalablement fixée par collage sur la plaque d'ancrage 32, en faisant coulisser la plaque 32 dans le logement 31. Une cale 35 est alors engagée dans le logement 31 afin d'y bloquer la plaque d'ancrage 32 pendant et après le durcissement de la colle dont la surface de béton a été enduite.

**[0036]** Dans l'exemple représenté, les bords latéraux du logement 31 comprennent deux rainures longitudinales respectives 36A, 36B formées dans l'épaisseur du support d'ancrage 30, l'une 36A recevant un rebord complémentaire 37A prévu sur un bord latéral de la plaque d'ancrage 32, et l'autre 36B recevant un rebord complémentaire 37B prévu sur le bord latéral opposé de la cale 35. La plaque 32 et la cale 35 sont en contact

mutuel suivant une surface 38 parallèle à la direction A, et inclinée par rapport à la surface de l'ouvrage, afin que la cale 35 empêche la plaque 32 de sortir de son logement 31. D'autre part, la cale 35 prend appui sur le support 30 suivant une rampe 39 formant un angle avec la direction A, de telle sorte que lorsque le système de mise en tension est activé, il suffit de pousser la cale 35 dans le logement 31 en direction de la bande de tissu 16 pour bloquer la plaque 32 dans le logement 31, ce qui maintient l'effort de précontrainte dans la bande 16 pendant et après le durcissement de la colle.

[0037] Les figures 9 et 10 montrent une variante de réalisation dans laquelle les bords latéraux de la plaque d'ancrage 42 sont pourvus de rebords respectifs 47 engagés dans des rainures complémentaires 46 formées dans les bords latéraux du logement 41. Les rainures 46 sont interrompues dans une partie avant 43 du logement 41, sur une longueur au moins égale à celle de la plaque 42. Dans cette partie avant 43, le logement 41 est plus large que la plaque d'ancrage 42, afin de permettre son introduction. La plaque 42 peut ensuite coulisser vers l'arrière lors de la mise en tension du renfort composite, en étant guidée et maintenue en place par les rainures 46. Cette mise en tension peut être effectuée au moyen de deux cales à effet de coin 44, 45 interposées dans la partie avant 43 du logement 41, prenant appui l'une sur l'autre selon une surface oblique, la cale 44 étant appliquée contre le bord avant de la plaque 42, et la cale 45 étant appliquée contre le bord avant du logement 41. En poussant l'une vers l'autre les cales 44, 45, comme indiqué par les flèches P sur la figure 9, on réalise la mise en tension du renfort composite préalablement collé sur la plaque d'ancrage 42.

[0038] Dans la réalisation représentée sur les figures 11 et 12, la plaque d'ancrage 52 présente une fente 53 perpendiculaire à la direction A, et de longueur légèrement supérieure à la largeur de la bande de tissu 16. La bande 16 est engagée dans la fente 53, et enroulée autour de la portion 54 de la plaque 52 située en avant de la fente 53, avant d'être collée sur cette portion 54. On augmente ainsi la robustesse de la fixation du renfort 16 sur la plaque d'ancrage 52. Une fois que cette fixation est réalisée, on peut installer la plaque 52 sur un support d'ancrage préalablement scellé dans la surface de béton à renforcer. Ce support d'ancrage peut par exemple être du même genre que ceux décrits précédemment en référence aux figures 6 à 10.

[0039] Dans la réalisation selon les figures 13 et 14, la plaque d'ancrage 62 présente également une fente 63 perpendiculaire à la direction A. Les références 62A et 62B désignent respectivement les portions de la plaque 62 situées en avant et en arrière de la fente 63. Dans cette réalisation, la bande de tissu 16 est enroulée en S autour des deux portions 62A, 62B de la plaque d'ancrage 62, comme montré sur la figure 13. L'extrémité de la bande 16 est appliquée sur la face extérieure de la portion arrière 62B, et à partir de là, la bande 16 contourne le bord arrière de la plaque 62, longe la face

intérieure de la portion 62B, traverse la fente 63, longe la face extérieure de la portion 62A, contourne le bord avant de la plaque 62, longe la face intérieure des portions 62A et 62B, retourne autour du bord arrière de la plaque 62, puis longe à nouveau la face extérieure des portions 62B et 62A avant de venir au contact de la face de béton à renforcer.

[0040] Cet enroulement en S assure une fixation ferme de la bande 16 sur la plaque d'ancrage 62, de telle sorte que le collage de la bande 16 sur la plaque d'ancrage 62 peut être effectué en même temps que le collage de cette bande sur la face de béton. D'autre part, la mise en tension de la bande de tissu 16 peut être effectuée en appliquant le bord avant de la plaque 62 contre le bord avant du logement 61 formé dans le support d'ancrage 60, et en rabattant le bord arrière de la plaque 62 comme indiqué en traits mixtes sur la figure 13. Après cette mise en tension, la plaque 62 est immobilisée dans son logement 61, par exemple par vissage sur le support 60 à travers des orifices 64 prévus de part et d'autre de la bande 16 dans la plaque d'ancrage 62. Comme le montre la figure 14, pour ne pas endommager le tissu 16, le bord avant de la plaque d'ancrage 62 ne prend appui contre le bord avant du logement 61 que de part et d'autre de la largeur de la bande 16.

## Revendications

1. Dispositif de renforcement d'un ouvrage en béton, comprenant un renfort (16) collé sur le béton de l'ouvrage et des moyens d'ancrage d'au moins une portion du renfort sur l'ouvrage, dans lequel le renfort comporte des fibres de renforcement s'étendant suivant au moins une direction principale (A), caractérisé en ce que les moyens d'ancrage comprennent au moins une plaque d'ancrage (17 ; 17a ; 27 ; 32 ; 42 ; 52 ; 62) fixée au béton de l'ouvrage dans une position telle qu'une surface extérieure de la plaque d'ancrage affleure une surface (15) de l'ouvrage recevant le renfort, et en ce que ladite portion du renfort est collée sur la surface extérieure de la plaque d'ancrage.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le renfort (16) recouvre la surface extérieure de la plaque d'ancrage (17 ; 17a ; 27 ; 32 ; 42 ; 52 ; 62) sur une longueur (L) d'au moins 10 cm mesurée parallèlement à la direction principale (A).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la plaque d'ancrage (17 ; 17a ; 27 ; 32 ; 42 ; 52 ; 62) présente une résistance au cisaillement supérieure à 1,5 MPa.
4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel la plaque d'ancrage (17 ; 17a ; 27 ; 32 ; 42 ; 52 ; 62) est en acier et d'épaisseur au moins égale à 5 mm.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la surface extérieure de la plaque d'ancrage (27) présente des moyens (24) de support d'un système (25) de mise en tension du renfort (16) suivant la direction principale (A).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le renfort est tenu entre la plaque d'ancrage (17a) et une seconde plaque (17b), lesdites plaques étant fixées au béton au moyen d'organes de connexion communs (18).
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant des moyens pour maintenir une tension dans le renfort parallèlement à la direction principale (A).
8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel les moyens pour maintenir une tension dans le renfort parallèlement à la direction principale (A) comprennent un système de verrouillage de la plaque d'ancrage (32 ; 42 ; 52 ; 62) dans un logement (31 ; 41 ; 51 ; 61) formé dans un support d'ancrage fixé au béton.
9. Dispositif selon la revendication 8, dans lequel le système de verrouillage comprend au moins un organe à effet de coin (35 ; 44, 45) disposé entre le support d'ancrage et la plaque d'ancrage pour résister à la tension exercée dans le renfort (16).
10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, dans lequel la plaque d'ancrage (52, 62) présente une fente (53, 63) sensiblement perpendiculaire à la direction principale (A), et dans lequel le renfort (16) est en forme de bande ayant une portion d'extrémité enroulée autour de la plaque d'ancrage en traversant ladite fente.
11. Procédé de renforcement d'un ouvrage en béton, comprenant les étapes suivantes :
  - former au moins un renforcement (19) sur une surface (15) de l'ouvrage ;
  - coller un renfort (16), comportant des fibres de renforcement, sur ladite surface de l'ouvrage (15) en orientant certaines au moins des fibres de renforcement suivant une direction principale (A) de ladite surface de l'ouvrage, le renfort étant disposé de manière à avoir au moins une portion collée sur une surface extérieure d'une plaque d'ancrage (17 ; 17a ; 27 ; 32 ; 42 ; 52 ; 62) fixée dans un renforcement de façon telle que la surface extérieure de la plaque d'ancrage affleure ladite surface de l'ouvrage.
12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel une plaque d'ancrage (17;17a;27) est fixée dans cha-
- que renforcement au moyen d'organes de connexion (18) avant de coller le renfort.
13. Procédé selon la revendications 12, dans lequel on place le renfort entre la plaque d'ancrage (17a) et une seconde plaque (17b) fixée au moyen des organes de connexion (18).
14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel on exerce une contrainte sur les organes de connexion (18) afin de serrer la seconde plaque (17b) contre le renfort (16) et la plaque d'ancrage (17a).
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans lequel on dispose le renfort (16) de manière qu'il recouvre la surface extérieure de la plaque d'ancrage (17 ; 17a ; 27 ; 32 ; 42 ; 52 ; 62) sur une longueur (L) d'au moins 10 cm mesurée parallèlement à la direction principale (A).
16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, dans lequel on dispose le renfort (16) de manière qu'il s'interrompe, parallèlement à la direction principale (A), sur la surface extérieure de la plaque d'ancrage (17; 17a; 27; 32; 42; 52; 62).
17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, dans lequel on met le renfort en tension au moment du collage du renfort (16) sur ladite surface de l'ouvrage (15).
18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel la mise en tension est effectuée au moyen d'un système (25) installé sur la plaque d'ancrage.
19. Procédé selon la revendication 17 ou 18, dans lequel on fixe un support d'ancrage dans le renforcement formé sur ladite surface (15) de l'ouvrage, et on bloque la plaque d'ancrage dans un logement formé dans ledit support d'ancrage pour maintenir la tension exercée au moment du collage du renfort sur ladite surface de l'ouvrage.
20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, dans lequel on colle le renfort (16) sur ladite surface de l'ouvrage (15) après avoir collé ladite portion sur la plaque d'ancrage (32 ; 42 ; 52), la tension du renfort étant appliquée par traction sur la plaque d'ancrage.
21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, dans lequel on colle le renfort (16) sur ladite surface de l'ouvrage (15) en même temps que ladite portion sur la plaque d'ancrage (62).

FIG.1.

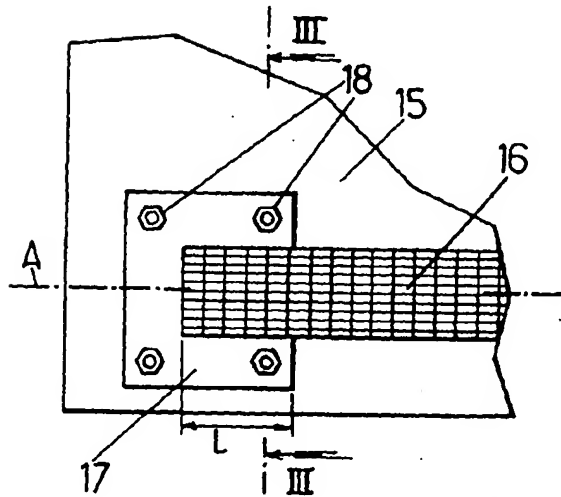
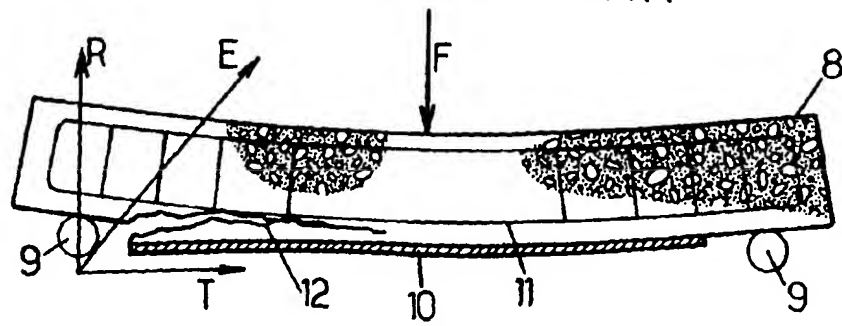


FIG.2.

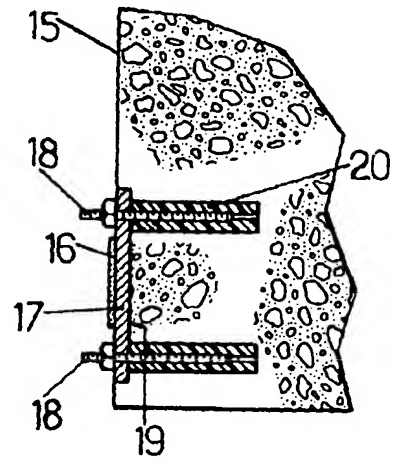


FIG.3.

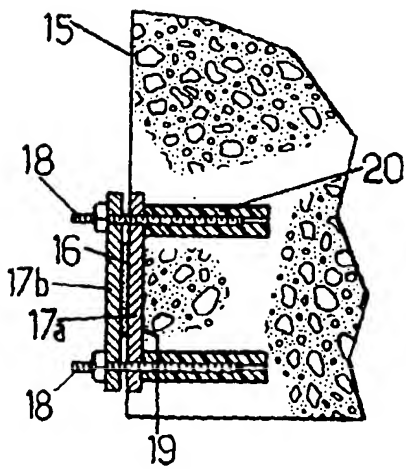


FIG.4.

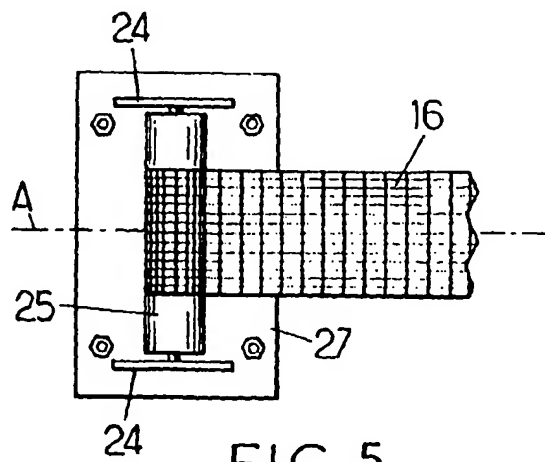
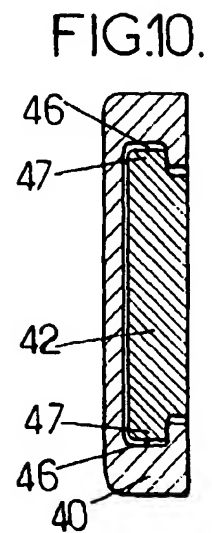
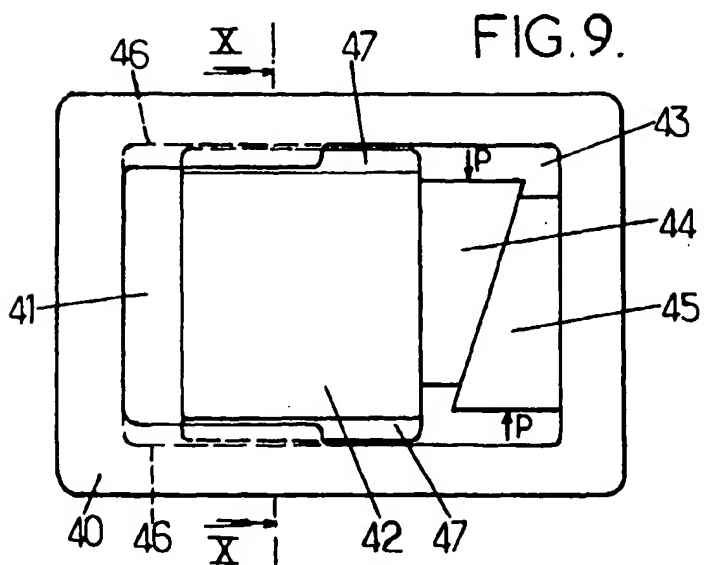
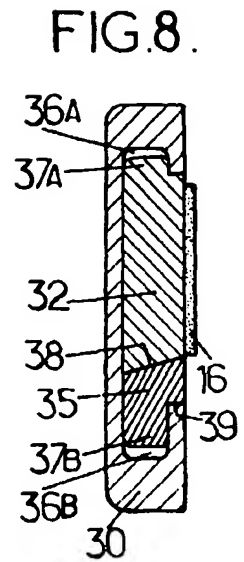
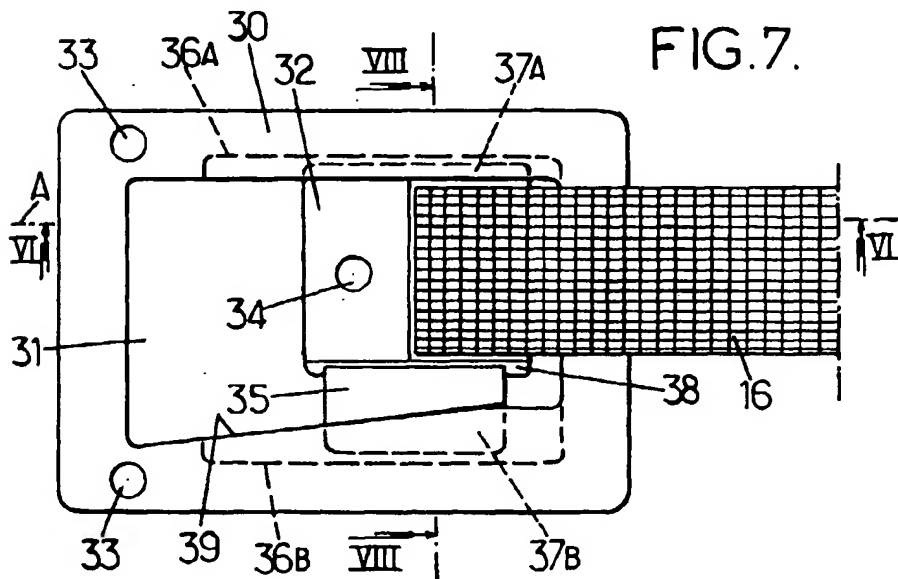
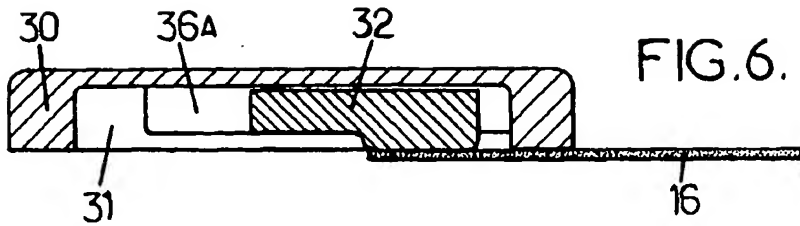


FIG.5.





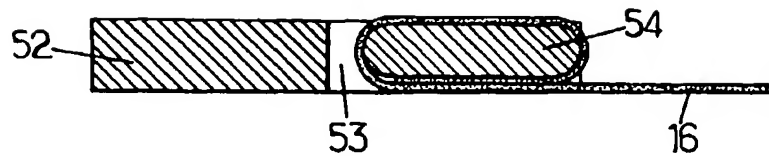


FIG.11.

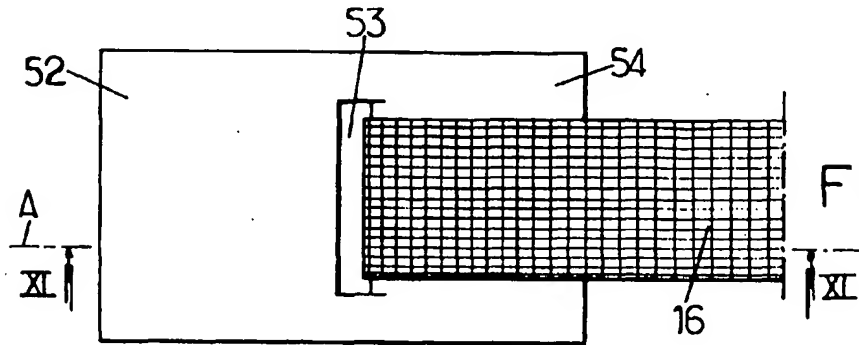


FIG.12

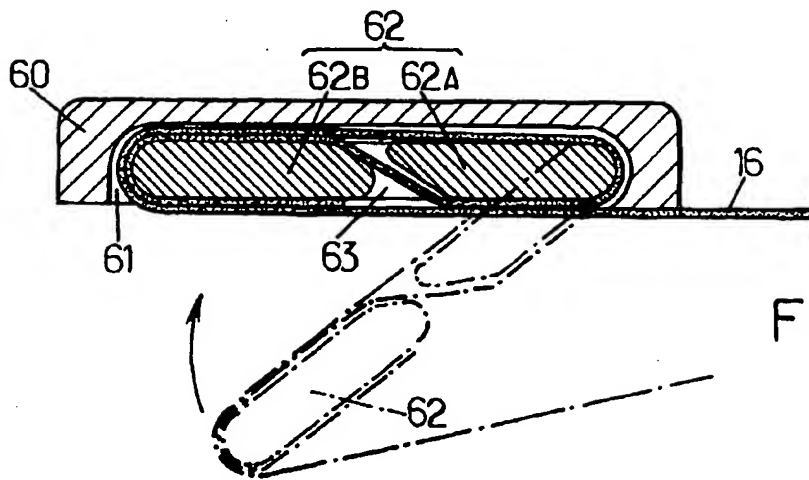


FIG.13.

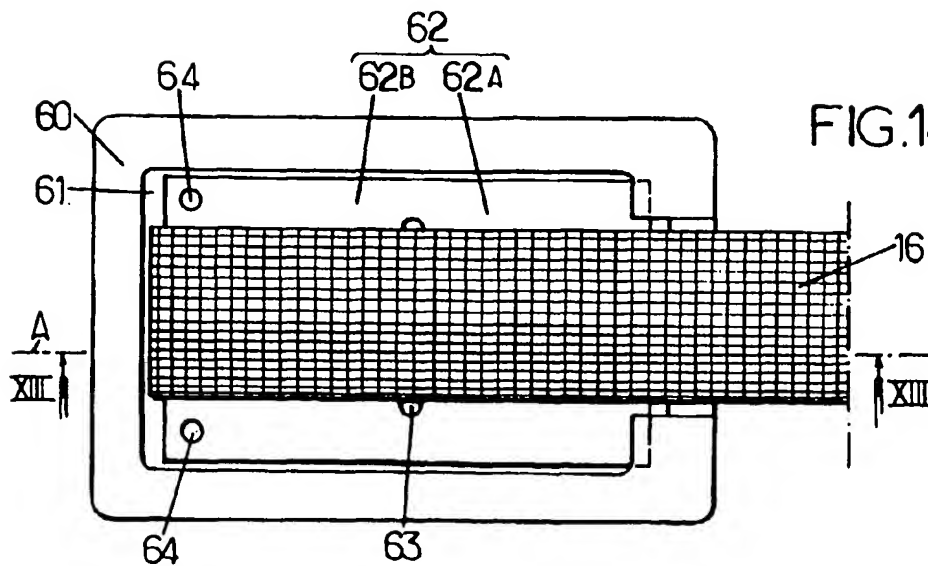


FIG.14.



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 00 40 0529

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 088 (M-1370), 22 février 1993 (1993-02-22) -& JP 04 285247 A (SHIMIZU CORP), 9 octobre 1992 (1992-10-09) * abrégé * * figures 1-7,16,18-21 *	1, 11, 12, 17	E04G23/02
A	---	2-4, 6, 7, 13-15	
D, A	WO 96 21785 A (EIDGENOESSISCHE MATERIALPRUEFU ;MEIER URS (CH); DEURING MARTIN (CH) 18 juillet 1996 (1996-07-18) * page 6, ligne 12 - page 7, ligne 10 * * page 9, ligne 33 - page 11, ligne 7 * * page 15, ligne 26 - page 16, ligne 21 * * revendications 1-6 * * figures 12A-13B *	1, 6, 11-14	
A	GARDEN H N ET AL: "Experimental study of the influence of plate end anchorage of carbon fibre composite plates used to strengthen reinforced concrete beams" juin 1998 (1998-06) , COMPOS STRUCT;COMPOSITE STRUCTURES JUN 1998 ELSEVIER SCI LTD, EXETER, ENGL, VOL. 42, NR. 2, PAGE(S) 175 - 188 XP002105968 * page 175 - page 188 * * figure 3 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) E04G
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>6 juin 2000</b>	Examineur <b>Andlauer, D</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 00 40 0529

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	SPADEA G ET AL: "Structural behavior of composite RC beams with externally bonded CFRP" août 1998 (1998-08) , J COMPOS CONSTR; JOURNAL OF COMPOSITES FOR CONSTRUCTION AUG 1998 ASCE, RESTON, VA, USA, VOL. 2, NR. 3, PAGE(S) 132 - 137 XP002105969 * page 132 - page 137 * * figure 2 *	1	
P,X	WO 99 15744 A (ANDRAE HANS PETER ;MAIER MARKUS (DE); SANDNER DIETER (DE); GOEHLER) 1 avril 1999 (1999-04-01) * page 7, ligne 22 - page 10, ligne 30 * * figures 1-6 *	1,5,7-9, 11,17-20	
A		2-4,6, 12,13, 15,21	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>6 juin 2000</b>	Examineur <b>Andlauer, D</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03 82 (P4/C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 00 40 0529

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

06-06-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 04285247 A	09-10-1992	AUCUN	
WO 9621785 A	18-07-1996	AT 171240 T	15-10-1998
		AU 3977195 A	31-07-1996
		DE 59503647 D	22-10-1998
		EP 0803020 A	29-10-1997
		ES 2122696 T	16-12-1998
		JP 10512635 T	02-12-1998
		US 5937606 A	17-08-1999
WO 9915744 A	01-04-1999	DE 19742210 A	25-03-1999

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82